



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Rec'd PCT/INT 31 MAR 2003
PCT/IB 03 / 04303
30.09.03

REC'D 22 OCT 2003

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

✓ Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02079084.6

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:
Application no.: 02079084.6
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 03.10.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS
INTERUNIVERSITAIR MICROELEKTRONICA CENTRUM
VZW
Kapeldreef 75
3030 Leuven-Heverlee
BELGIQUE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H01L21/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting met een siliciumlichaam voorzien van veldisolatiegebieden bestaande uit met isolerend materiaal gevulde groeven EPO - D

03. 10. 2

(65)

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting, waarbij op een oppervlak van een siliciumlichaam een hulplaag wordt aangebracht van een materiaal waarop bij oxidatie een dikkere laag siliciumoxide wordt gevormd dan op het siliciu[m] van het siliciumlichaam, waarna, ter plaatse van te
5 vormen veldisolatiegebieden, in de hulplaag vensters en in het oppervlak van het siliciumlichaam groeven worden gevormd, waarna een oxidatiebehandeling wordt uitgevoerd, waarbij de groeven en de vensters op hun wanden worden voorzien van een laag siliciumoxide, maar waarbij wordt voorkomen dat de hulplaag naast de vensters over zijn gehele dikte wordt geoxideerd, waarna achtereenvolgens een laag isolerend materiaal wordt
10 gedeponereerd met een zodanige dikte dat de groeven en de vensters geheel gevuld worden, een planarisatiebehandeling wordt uitgevoerd totdat het niet geoxideerde deel van de hulplaag is blootgelegd en het niet geoxideerde deel van de hulplaag wordt verwijderd.

Tijdens de oxidatiebehandeling, bijvoorbeeld door verhitting van het siliciumlichaam in een oxiderende omgeving, wordt op de wand van de vensters een dikkere
15 laag siliciumoxide gevormd dan op de wand van de groeven. De laag siliciumoxide gevormd op de wand van de vensters strekt zich aldus naast de groeven uit tot boven het niet geoxideerde silicium van het siliciumlichaam. Deze isolerende rand wordt, tijdens de planarisatiebehandeling en tijdens het weetsen van het niet geoxideerde deel van de hulplaag, slechts over een deel van zijn dikte verwijderd, zodat veldisolatiegebieden worden
20 gevormd die zich met een isolerende rand naast de groeven uitstrekken boven het naast de groeven liggende silicium van het siliciumlichaam. Aldus worden veldisolatiegebieden gevormd met een isolerende rand die zich uitstrekt tot boven de door veldisolatiegebieden omsloten actieve gebieden.

Nadat de veldisolatiegebieden in het siliciumlichaam zijn aangebracht worden
25 in de actieve gebieden halfgeleider-elementen gevormd met onder andere evenwijdig aan het oppervlak verlopende ondiepe pn-overgangen. Tijdens deze verdere bewerkingen worden ets- en reinigingsprocessen uitgevoerd waarbij siliciumoxide wordt weggeëtsd. Zouden de veldisolatiegebieden niet zijn voorzien van genoemde randen, dan zouden de actieve gebieden aan hun grens met de veldisolatiegebieden door het genoemde weetsen van

siliciumoxide blootgelegd kunnen worden. De ondiepe pn-overgangen zouden dan niet langer geïsoleerd zijn. Dit wordt voorkomen door de randen aan de veldisolatiegebieden zijn gevormd en die de actieve gebieden overlappen.

5

Uit US 5,834,358 is een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort bekend, waarbij op het oppervlak van het siliciumlichaam als hulplaag een laag met 10^{19} à 10^{21} atomen per cc relatief zwaar gedoteerde laag amorf of polykristallijn silicium wordt aangebracht. De dotering kan p-type of n-type zijn. Het siliciumlichaam waarin de groeven worden gevormd is met circa 10^{16} atomen per cc licht p-type gedoteerd. Bij oxidatie wordt op het relatief zwaar gedoteerde polykristallijne silicium een dikkere laag siliciumoxide gevormd dan op het relatief licht gedoteerde monokristallijne silicium van het siliciumlichaam. De oxidatiebehandeling wordt uitgevoerd bij een temperatuur van 800 à 950°C in zuurstof. Als isolerend materiaal wordt een laag siliciumoxide gedeponerd. Na de planarisatiebehandeling en het verwijderen van het niet geoxideerde deel van de hulplaag van polykristallijn silicium zijn veldisolatiegebieden gevormd met een rand die zich 20 à 50 nm uitstrekt boven de door veldoxide omsloten actieve gebieden.

10

15

20

Het gebruik van het relatief zwaar gedoteerde polykristallijne silicium als materiaal voor de hulplaag heeft als bezwaar dat tijdens de oxidatiebehandeling atomen van de doteringsstof, zoals fosfor of borium, uit de hulplaag in de groeven in het siliciumlichaam kunnen komen. Tijdens de oxidatie van de wanden van de groeven worden deze atomen dan gebonden in de grenslaag tussen siliciumoxide en de wanden van de groeven. Hierdoor kunnen de isolerende eigenschappen van de veldisolatiegebieden nadelig worden beïnvloed.

25

Met de uitvinding wordt onder meer beoogd een werkwijze te verschaffen die genoemd bezwaar niet kent. De werkwijze heeft daartoe, volgens de uitvinding, als kenmerk, dat op het oppervlak van het siliciumlichaam als hulplaag een laag met silicium en germanium wordt aangebracht. Tijdens de oxidatiebehandeling, waarbij het siliciumlichaam in een reactiekamer wordt verhit in een oxiderend gas, worden bij de oxidatie van de hulplaag siliciumoxide en germaniumoxide gevormd. Het eerste oxide is stabiel, het tweede verdampt in de reactiekamer. Zowel op de wanden van de vensters in de hulplaag als op de wanden van de groeven wordt een laag siliciumoxide gevormd, waarbij de vorming van siliciumoxide op de wanden van de vensters in de hulplaag met silicium en germanium sneller gaat dan de

30

vorming van siliciumoxide op het silicium van de wanden van de groeven. Omdat in de hulplaag geen doteringsstof aanwezig is, bestaat geen gevaar dat, in de grenslaag tussen siliciumoxide en de wanden van de groeven ongewenste atomen van een doteringsstof worden gebonden. De eventuele aanwezigheid van germanium op de wanden van de groeven heeft geen invloed op de isolerende eigenschappen van de veldisolatiegebieden.

Bij voorkeur wordt op het oppervlak van het siliciumlichaam als hulplaag een laag $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x-y}\text{C}_y$, met $0,70 < x < 0,95$ en $y < 0,05$, aangebracht. Een dergelijke laag is bij zeer hoge temperaturen van 1000 à 1100 °C stabiel. Hierdoor kan de gewenste laag siliciumoxide op de wanden van de vensters in de hulplaag en op de wanden van de groeven bij deze zeer hoge temperaturen worden uitgevoerd. De oxidatiebehandeling op zo'n hoge temperatuur kan in een zeer korte tijd worden uitgevoerd.

Tijdens de oxidatiebehandeling, waarbij de groeven en de vensters op hun wanden worden voorzien van een laag oxide, moet worden voorkomen dat de hulplaag naast de vensters over zijn gehele dikte wordt geoxideerd. Dit kan eenvoudig, door de hulplaag met een voldoende grote dikte aan te brengen. Dit kan ook met een extra processtap door op de hulplaag een laag siliciumnitride aan te brengen, waarbij de vensters zowel in de laag siliciumnitride als in de hulplaag worden gevormd. Tijdens de oxidatiebehandeling is de hulplaag dan aan zijn bovenzijde beschermd door de laag siliciumnitride die praktisch niet oxideert. De hulplaag wordt dan alleen ter plaatse van de wand van de vensters voorzien van een laag oxide. De laag siliciumnitride heeft als extra voordeel dat deze laag gebruikt kan worden als stoplaag tijdens de planarisatiebehandeling. Om het niet geoxideerde deel van de hulplaag te kunnen verwijderen moet dan echter eerst de laag siliciumnitride verwijderd worden.

Om het niet geoxideerde deel van de hulplaag gemakkelijk van het oppervlak te kunnen verwijderen wordt bij voorkeur voordat de hulplaag op het oppervlak van het siliciumlichaam wordt aangebracht dit oppervlak voorzien van een laag siliciumoxide, waarbij de vensters ook in deze laag worden gevormd. De hulplaag met silicium en germanium kan selectief van de laag siliciumoxide worden weggeëtst, zodat schade door etsen aan het oppervlak van het siliciumlichaam voorkomen wordt.

De uitvinding wordt in het navolgende, bij wijze van voorbeeld, nader toegelicht aan de hand van een tekening. Hierin tonen:

Fig.1 tot en met 8 schematisch en in dwarsdoorsnede enkele stadia van vervaardiging van een halfgeleiderinrichting met behulp van een eerste uitvoeringsvoorbeeld van de werkwijze volgens de uitvinding en

Fig. 9 tot en met 12 schematisch en in dwarsdoorsnede enkele stadia van vervaardiging van een halfgeleiderinrichting met behulp van een tweede uitvoeringsvoorbeeld van de werkwijze volgens de uitvinding.

De figuren 1 tot en met 8 tonen schematisch en in dwarsdoorsnede enkele stadia van vervaardiging van een halfgeleiderinrichting, waarbij in een siliciumlichaam 1 veldisolatiegebieden 2 worden gevormd die actieve halfgeleidergebieden 3 omsluiten. Bij een eerste uitvoeringsvoorbeeld van deze werkwijze wordt op een oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 een 100 à 200 nm dikke hulplaaag 5 aangebracht. Deze hulplaaag 5 is van een materiaal waarop bij oxidatie een dikkere laag siliciumoxide wordt gevormd dan op het silicium van het siliciumlichaam. In dit voorbeeld is tussen de hulplaaag 5 en het oppervlak een circa 5 à 15 nm dikke laag siliciumoxide 6 aangebracht.

Op de hulplaaag 5 wordt op gebruikelijke wijze een fotolakmasker 7 gevormd met openingen 8 die de hulplaaag 5, ter plaatse van de te vormen veldisolatiegebieden 2 vrijlaten. Daarna worden, zoals getoond in figuur 2, in de hulplaaag 5 vensters 9 gevormd met dwars op het oppervlak 4 gerichte wanden 10 en in het oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 groeven 11 met wanden 12. Het fotolak masker 7 kan eventueel na de vorming van de vensters 9 in de hulplaaag 5 worden verwijderd waarna de groeven 11 worden geëtsd met de hulplaaag 5 als maskering. Bij voorkeur wordt het fotolakmasker 7 echter gebruikt om zowel de vensters 9 in de hulplaaag 5, als de groeven 11 in het oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 met een gebruikelijke anisotrope etsbehandeling te vormen.

Nadat de groeven 11 geëtsd zijn wordt een oxidatiebehandeling uitgevoerd waarbij het siliciumlichaam wordt verhit in een oxiderend gasmengsel. Bij deze oxidatiebehandeling worden, zoals getoond in figuur 3, de groeven 11 op hun wanden 12 en de vensters 9 op hun wanden 10 voorzien van een laag siliciumoxide; op de wanden 12 van de groeven 11 een laag 13, op de wanden 10 van de vensters 9 een laag 14. Bij de oxidatiebehandeling wordt in dit voorbeeld de hulplaaag 5 aan zijn bovenzijde eveneens voorzien van een laag siliciumoxide 16. De hulplaaag 5 wordt niet over zijn gehele dikte omgezet in siliciumoxide, er resteert hiervan een laag 17.

Zoals getoond in figuur 4 wordt een laag isolerend materiaal 18, in dit voorbeeld een laag siliciumoxide, gedeponerd met een zodanige dikte dat de groeven 11 en de vensters 9 geheel gevuld worden. Daarna wordt, zoals getoond in figuur 5, een gebruikelijke planarisatiebehandeling uitgevoerd totdat het niet geoxideerde deel van de hulplaat 17 is blootgelegd. Dit deel 17 wordt tenslotte, zoals getoond in figuur 6 verwijderd.

Figuur 7 toont dezelfde situatie als die in figuur 6 waarbij de lagen 13 en 18 niet meer afzonderlijk zijn weergegeven. Beide zijn in dit voorbeeld van siliciumoxide. Figuur 8 tenslotte toont de situatie van figuur 7 waarbij een korte gebruikelijke etsbehandeling is uitgevoerd waarbij de laag siliciumoxide 6 van het oppervlak 4 is verwijderd. Zoals te zien is strekt het gevormde veldisolatiegebied 2 zich met een rand 19 uit tot boven de actieve gebieden 3.

Nadat de veldisolatiegebieden 2 in het siliciumlichaam 1 zijn aangebracht worden in de actieve gebieden 3, verder niet getekende, halfgeleiderelementen gevormd met onder andere evenwijdig aan het oppervlak 4 verlopende ondiepe pn-overgangen. Tijdens deze verdere bewerkingen worden ets- en reinigingsprocessen uitgevoerd waarbij siliciumoxide wordt gevormd en wordt weggeëtsd. Zouden de veldisolatiegebieden niet zijn voorzien van de randen 19, dan zouden de actieve gebieden 3 aan hun grens met de veldisolatiegebieden 2 door genoemde bewerkingen blootgelegd kunnen worden. De ondiepe pn-overgangen zouden dan niet langer geïsoleerd zijn.

In dit uitvoeringsvoorbeeld wordt op het oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 als hulplaat 5 een circa 100 à 200 nm dikke laag met silicium en germanium aangebracht. Tijdens de oxidatiebehandeling, waarbij het siliciumlichaam gedurende circa 30 sec in een reactiekamer wordt verhit op een temperatuur van 1050 à 1100 °C in een zuurstof houdend gasmengsel, worden bij de oxidatie van de hulplaat 5 siliciumoxide en germaniumoxide gevormd. Het eerste oxide is stabiel, het tweede verdampt in de reactiekamer. Zowel op de wanden 10 van de vensters 9 in de hulplaat 5 als op de wanden 12 van de groeven 11 wordt een laag siliciumoxide gevormd, waarbij de vorming van siliciumoxide op de wanden 10 van de vensters 9 in de hulplaat 5 die, silicium en germanium bevat, sneller gaat dan de vorming van siliciumoxide op het silicium van de wanden 12 van de groeven 11. Omdat in de hulplaat 5 geen doteringsstof aanwezig is, bestaat geen gevaar dat, in de grenslaag tussen de laag siliciumoxide 13 en de wanden 12 van de groeven 11 ongewenste atomen van een doteringsstof worden gebonden. De eventuele aanwezigheid van germanium op de wanden van de groeven heeft geen invloed op de isolerende eigenschappen van de veldisolatiegebieden 2.

Bij voorkeur wordt op het oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 als hulplaag 5 een laag $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x-y}\text{C}_y$, met $0,70 < x < 0,95$ en $y < 0,05$, aangebracht. Een dergelijke laag is bij zeer hoge temperaturen van 1000 à 1100 °C stabiel. Hierdoor kan de gewenste laag siliciumoxide 14 op de wanden 10 van de vensters 9 en de laag siliciumoxide 13 op de wanden 12 van de groeven 11 bij deze zeer hoge temperaturen worden uitgevoerd. De oxidatiebehandeling op zo'n hoge temperatuur kan in een zeer korte tijd, in dit voorbeeld in circa 30 sec worden uitgevoerd. De in figuur 8 getoonde rand 19 strekt zich dan circa 10 à 30 nm boven de actieve gebieden 3 uit.

In het beschreven voorbeeld werd op eenvoudige wijze voorkomen dat de hulplaag 5 over zijn gehele dikte wordt geoxideerd door deze laag met een voldoende grote dikte aan te brengen. De planarisatie behandeling van de isolerende laag 18 wordt gestopt als het niet geoxideerde deel van de hulplaag 17 is blootgelegd.

In het in de figuren 9 tot en met 12 getoonde uitvoeringsvoorbeeld van de werkwijze wordt, zoals getoond in figuur 9, op de hier circa 50 nm dikke hulplaag 5 een circa 50 nm dikke laag siliciumnitride 20 aangebracht. De vensters 9 worden zowel in de laag siliciumnitride 20 als in de hulplaag 5 gevormd. Tijdens de oxidatiebehandeling is de hulplaag 5 dan aan zijn bovenzijde beschermd door de laag siliciumnitride 20 die praktisch niet oxideert. De hulplaag wordt dan alleen ter plaatse van de wand 10 van de vensters 9 voorzien van een laag siliciumoxide 14.

Figuur 10 toont de situatie waarbij op de wanden 10 van de vensters 9 een laag siliciumoxide 14 en op de wanden 12 van de groeven 11 een laag siliciumoxide 13 is gevormd. Figuur 11 toont de situatie na planarisatie van de laag isolerend materiaal 18. In dit voorbeeld wordt de laag siliciumnitride 20 gebruikt als stoplaag tijdens de planarisatiebehandeling. Na de planarisatiebehandeling wordt de laag siliciumnitride 20 in een gebruikelijk etsbad met fosforzuur verwijderd en vervolgens in een gebruikelijke etsbad met salpeterzuur en waterstoffluoride de daaronder liggende hulplaag 5. Figuur 12 toont de aldus gevormde structuur waarbij de afzonderlijke lagen siliciumoxide 13, 14 en 18 niet meer zijn getekend.

Zoals in beide voorbeelden aangegeven werd de hulplaag 5 aangebracht op een circa 5 à 15 nm dikke laag siliciumoxide 6. Hierdoor is het niet geoxideerde deel van de hulplaag 17 gemakkelijk van het oppervlak 4 te verwijderen. De hulplaag 5 kan selectief van de laag siliciumoxide 6 worden weggeëtsd in een gebruikelijke etsbad met salpeterzuur en waterstoffluoride. Aldus is schade door etsen aan het oppervlak 4 van het siliciumlichaam 1 voorkomen.

03. 10. 2002

02.10.2002

CONCLUSIES:

(65)

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een halfgeleiderinrichting, waarbij op een oppervlak van een siliciumlichaam een hulplaag wordt aangebracht van een materiaal waarop bij oxidatie een dikkere laag siliciumoxide wordt gevormd dan op het silicium van het siliciumlichaam, waarna, ter plaatse van te vormen veldisolatiegebieden, in de hulplaag
5 vensters en in het oppervlak van het siliciumlichaam groeven worden gevormd, waarna een oxidatiebehandeling wordt uitgevoerd, waarbij de groeven en de vensters op hun wanden worden voorzien van een laag siliciumoxide, maar waarbij wordt voorkomen dat de hulplaag naast de vensters over zijn gehele dikte wordt geoxideerd, waarna achtereenvolgens een laag isolerend materiaal wordt gedeponerd met een zodanige dikte dat de groeven en de vensters
10 geheel gevuld worden, een planarisatiebehandeling wordt uitgevoerd totdat het niet geoxideerde deel van de hulplaag is blootgelegd, waarna dit deel van de hulplaag wordt verwijderd, met het kenmerk, dat op het oppervlak van het siliciumlichaam als hulplaag een laag met silicium en germanium wordt aangebracht.
- 15 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat, op het oppervlak van het siliciumlichaam als hulplaag een laag $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x-y}\text{C}_y$, met $0,70 < x < 0,95$ en $y < 0,05$, wordt aangebracht.
- 20 3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat, dat de hulplaag met een zodanige dikte wordt aangebracht, dat deze tijdens de oxidatiebehandeling niet over zijn gehele dikte wordt omgezet in een oxide.
- 25 4. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat, op de hulplaag een laag siliciumnitride wordt aangebracht, waarbij de vensters zowel in de laag siliciumnitride als in de hulplaag worden gevormd.
5. Werkwijze volgens conclusie 1, 2, 3 of 4, met het kenmerk, dat, voordat de hulplaag op het oppervlak van het siliciumlichaam wordt aangebracht dit oppervlak wordt

voorzien van een laag siliciumoxide, waarbij de vensters tevens in de laag siliciumoxide worden aangebracht.

ABSTRACT:

EPO - DG 1

03. 10. 2002

(65)

Method of manufacturing a semiconductor device comprising a silicon body (1) having a surface (4) provided with field isolation regions (2) enclosing active regions (3). In this method on the surface of the silicon body an auxiliary layer (5) is formed of a material on which during an oxidation treatment a thicker layer of silicon oxide is formed than on the silicon of the silicon body. Here an auxiliary layer comprising silicon and germanium is formed on the surface, preferably a layer of $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x-y}\text{C}_y$, whereby $0,70 < x < 0,95$ en $y < 0,05$. Then, at the location of the field isolation regions to be formed, windows (9) are formed in the auxiliary layer and trenches (11) in the silicon body. By an oxidation treatment then on the walls (12) of the trenches a silicon oxide layer (13) is formed and on the walls (10) of the windows a silicon oxide layer (14). The auxiliary layer thereby is not oxidized over its entire thickness. After the oxidation treatment, an layer of insulating material (18) is deposited which fills the trenches end windows completely. Then successively a planarization treatment is carried out until the non oxidized part of the auxiliary layer (17) is exposed and the exposed part of the auxiliary layer is removed. Thus field isolation regions (2) are formed having a ledge (19) extending above the active regions (3). During the oxidation treatment germanium atoms can be trapped at the walls of the trenches, these atoms however will not influence the properties of the field isolation regions.

Figure 8.

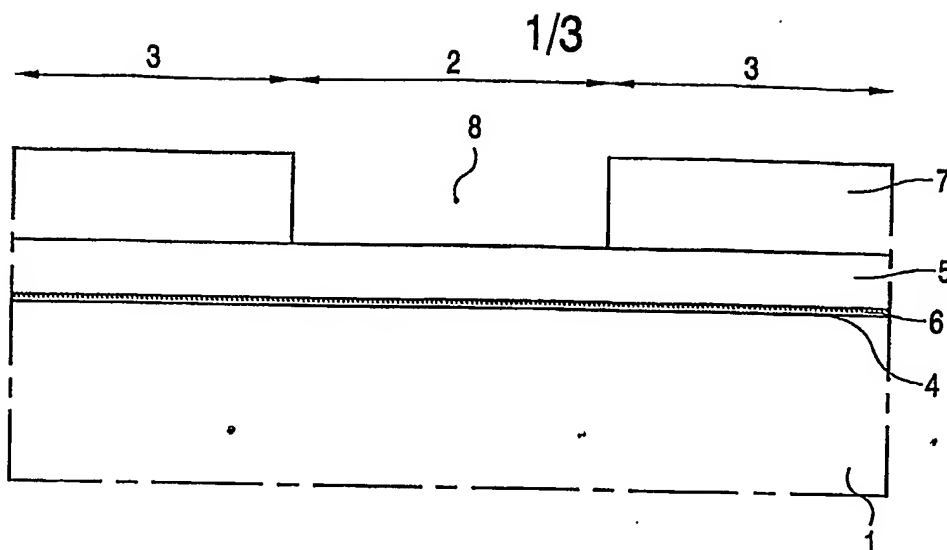


FIG. 1

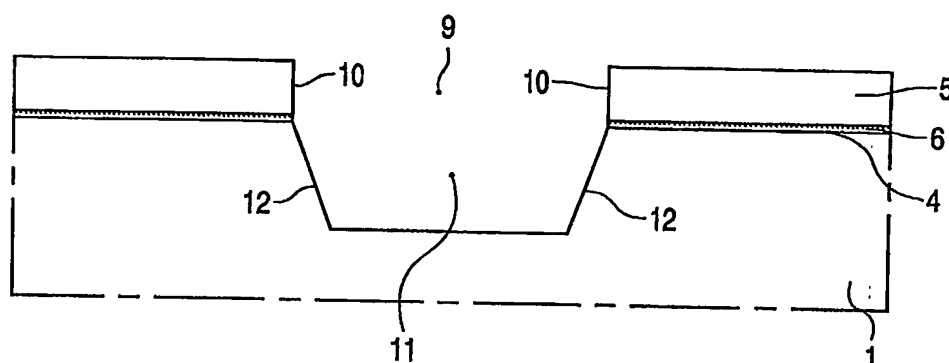


FIG. 2

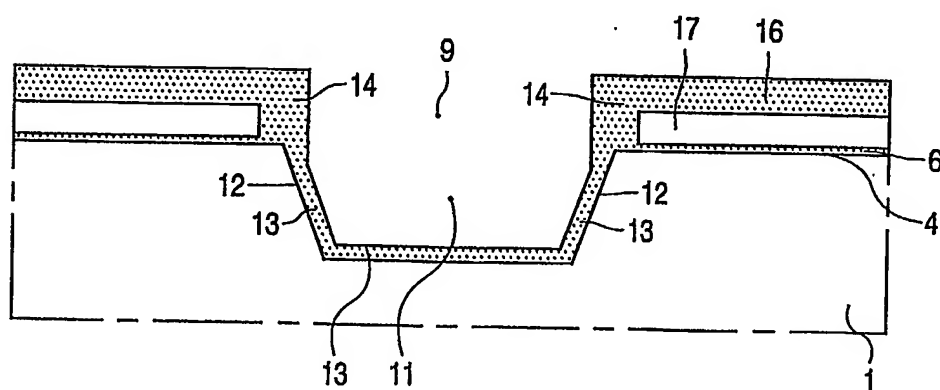


FIG. 3

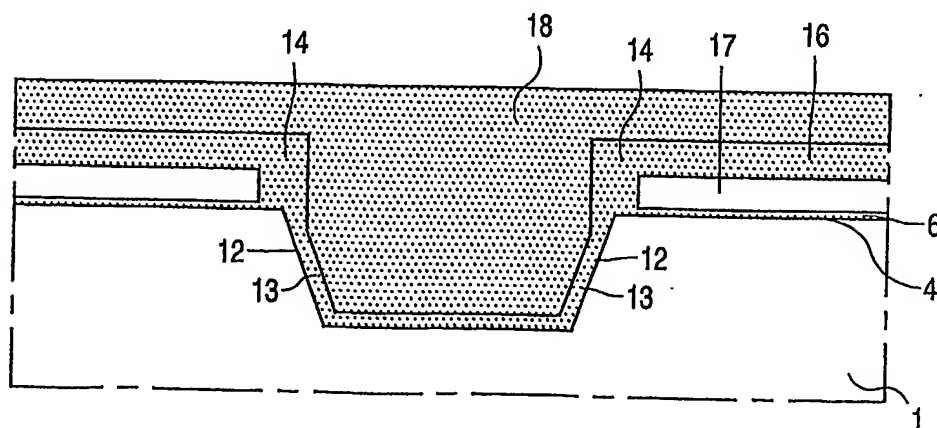


FIG. 4

2/3

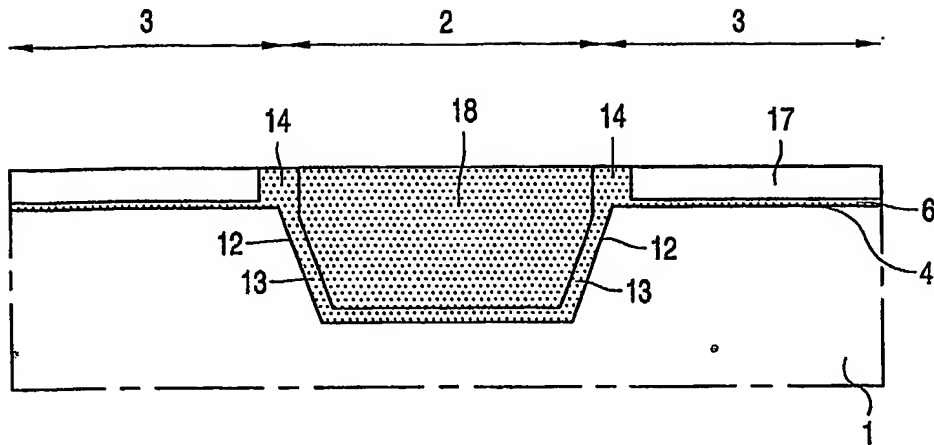


FIG. 5

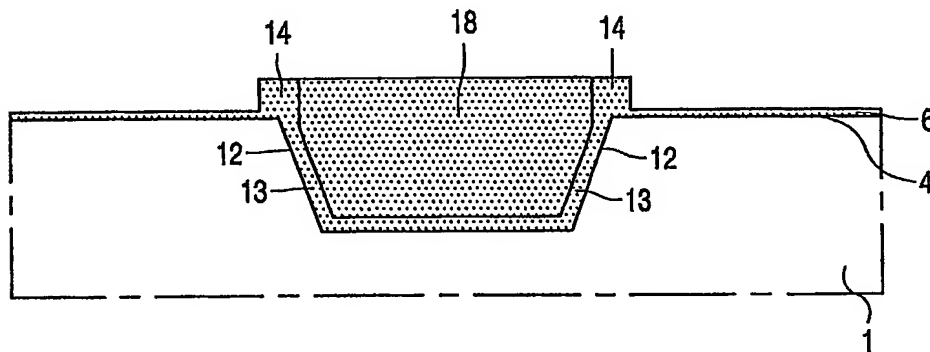


FIG. 6

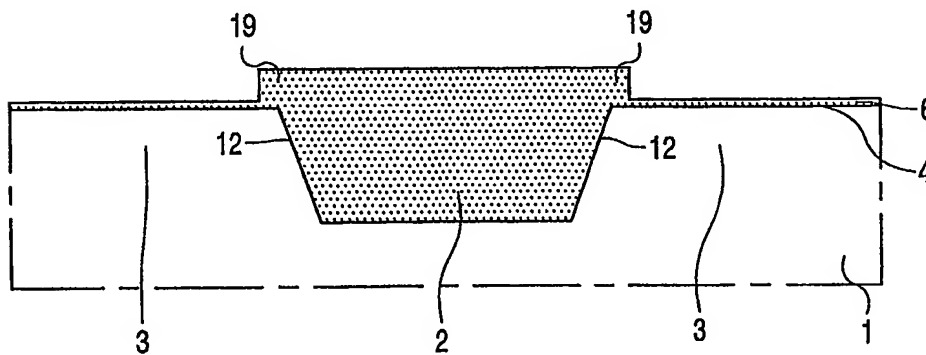


FIG. 7

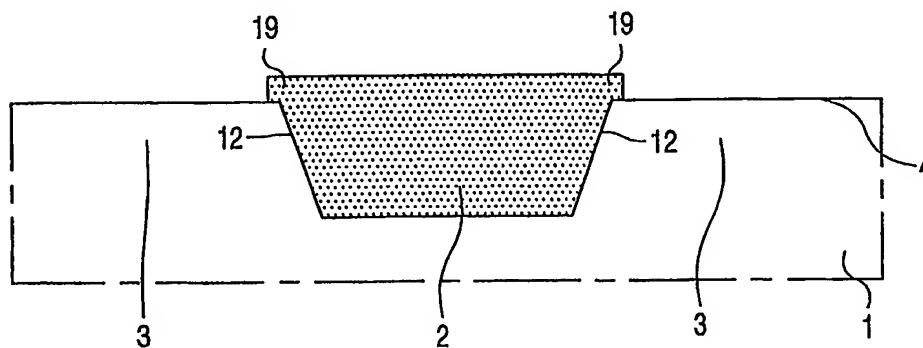


FIG. 8

3/3

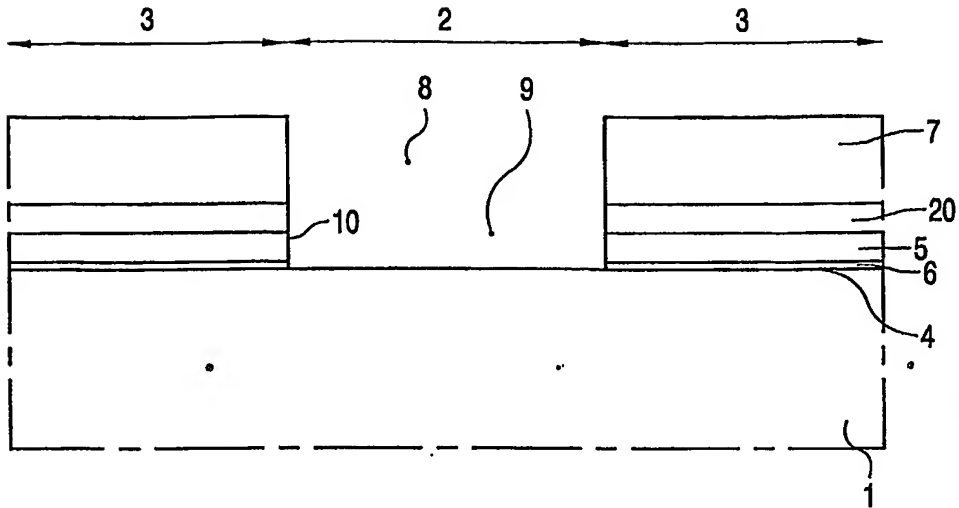


FIG. 9

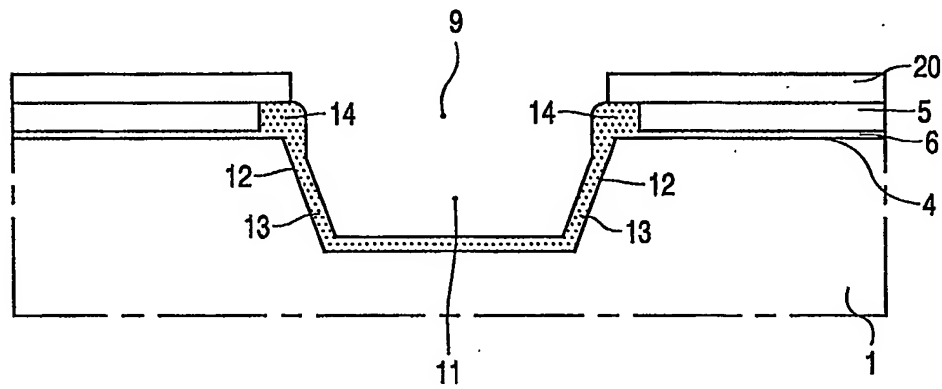


FIG. 10

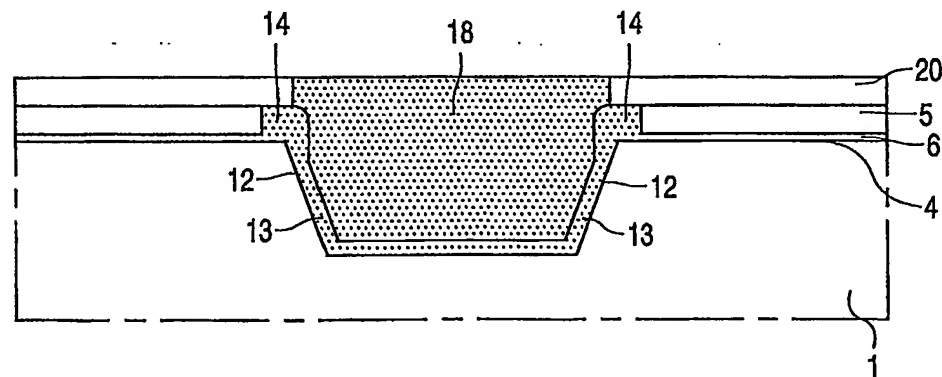


FIG. 11

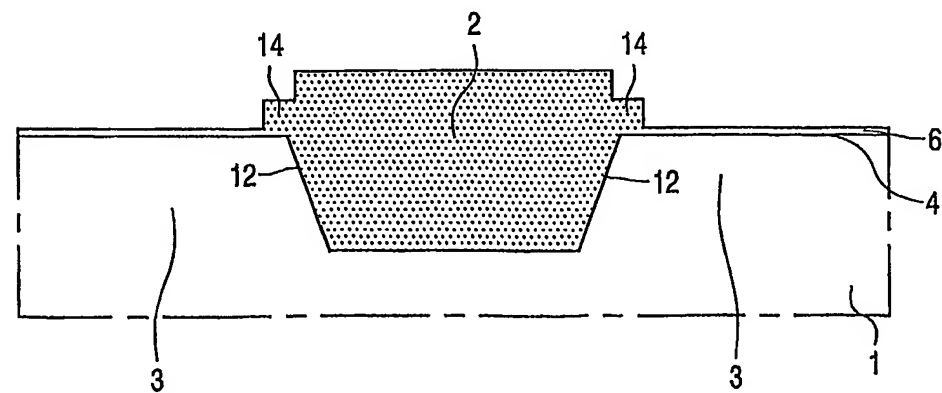


FIG. 12